

**ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD DE LOS ÁRBOLES URBANOS DEL MUNICIPIO DE  
CIÉNAGA PARA SU ARTICULACIÓN CON EL PLAN DE SILVICULTURA URBANA**

**GUSTAVO ANDRÉS LARROTTA PEDRAZA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**

**2018**

**ANÁLISIS DE BIODIVERSIDAD DE LOS ÁRBOLES URBANOS DEL MUNICIPIO DE  
CIÉNAGA PARA SU ARTICULACIÓN CON EL PLAN DE SILVICULTURA URBANA**

**INFORME DE PRÁCTICAS PROFESIONALES PARA OPTAR AL TÍTULO DE BIÓLOGO**

**POR:**

**GUSTAVO ANDRÉS LARROTTA PEDRAZA**

**JEFE INMEDIATO:**

**ANA LOURDES CERVANTES**

**SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA**

**ALCALDÍA MUNICIPAL DE CIÉNAGA**



**FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS**

**PROGRAMA DE BIOLOGÍA**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA**

**2018**

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>3. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>4. GENERALIDADES DE LA ENTIDAD .....</b>	<b>8</b>
<b>5. DESCRIPCION DE LOS PROCESOS Y SUBPROCESOS .....</b>	<b>9</b>
<b>6. DIAGNÓSTICO.....</b>	<b>10</b>
<b>7. PROPUESTA.....</b>	<b>10</b>
<b>8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>10</b>
<b>9. RESULTADOS.....</b>	<b>14</b>
<b>10. AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>26</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>27</b>
<b>12. ANEXOS.....</b>	<b>29</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>1. Cronograma de actividades .....</b>	<b>13</b>
<b>2. Abundancia y riqueza de las principales familias .....</b>	<b>15</b>
<b>3. Resultados de índices de biodiversidad .....</b>	<b>16</b>
<b>4. Estado de conservación de las principales especies .....</b>	<b>18</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Organigrama de la Oficina de Medio Ambiente, Agricultura y Pesca .....	9
2. Área de estudio. Casco urbano del municipio de Ciénaga.....	11
3. Abundancia de las especies muestreadas. ....	14
4. Riqueza y abundancia de las familias encontradas .....	15
5. <i>Coccoloba uvifera</i> . ....	20
6. <i>Rhizophora mangle</i> . ....	21
7. <i>Spondias purpurea</i> .....	22
8. <i>Manilkara zapota</i> .....	23
9. <i>Prosopis juliflora</i> .....	24
10. <i>Mangifera indica</i> .....	25
11. <i>Psidium guajava</i> .....	26
12. <i>Bulnesia arborea</i> .....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades son espacios compuestos por muchas estructuras, procesos y funciones que a lo largo de la historia han ido cambiando y evolucionando (González, 2002). Todas estas comparten estructuras físicas semejantes que se resumen en infraestructura gris (edificaciones y carreteras), infraestructura azul (cuerpos hídricos) e infraestructura verde, que comprende toda la vegetación presente (FAO, 2016). Sin duda, la naturaleza ha tenido un papel importante dentro de la dinámica de estos espacios y ha generado una estrecha relación con la calidad de vida de las personas (González, 2002).

Los árboles son uno de los elementos más sobresalientes en la naturaleza y paisajes municipales debido a su tamaño, cambios generados por las temporadas, su forma y color (Tyrväinen et al., 2005). Estos forman redes o sistemas denominados bosques urbanos, donde se incluyen todos los grupos de árboles y árboles individuales presentes en calles, jardines y demás zonas del perímetro de las ciudades (FAO, 2016). De igual forma, son elementos fundamentales que otorgan una serie de beneficios relacionados a aspectos sociales, recreativos, ambientales e incluso estéticos (Tovar, 2006).

Las funciones ambientales y los beneficios aportados por la vegetación de las ciudades, específicamente los árboles, pueden reconocerse desde varias escalas, que, sin duda, todas funcionan a favor del mejoramiento de la calidad de vida de las personas. Dentro de los beneficios más importantes de los árboles urbanos se destaca su papel en la contribución a disminuir la contaminación, mediante la absorción de partículas suspendidas de contaminantes como el CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub> (Tovar, 2006). Por otra parte, la salud es un elemento relacionado a estos beneficios ya que, mediante la mejora de la calidad del aire, protección contra el sol y captura de elementos nocivos como amoníaco, dióxido de azufre, partículas de aerosoles y polvo, contribuyen a la mejora en la salud pública (Tyrväinen et al., 2005). Igualmente, favorecen la humedad ambiental, regulan la temperatura, reducen la erosión del suelo, producen oxígeno, proveen hábitats para fauna silvestre aumentando la biodiversidad, reducen la polución acústica e incluso ayudan a la disminución del estrés y mejoran la salud mental (González, 2002 y Alanís, 2005)

En este informe se describe la propuesta desarrollada durante el período de prácticas profesionales, que corresponde desde el 6 de noviembre de 2017 hasta el 6 de mayo de 2018 y que se llevó a cabo en la Oficina de Medio Ambiente, Agricultura y Pesca de la Secretaría de Infraestructura de la Alcaldía Municipal de Ciénaga, Magdalena. Esta consiste en un estudio y análisis de biodiversidad realizado a los árboles del casco urbano del municipio de Ciénaga, a partir del inventario forestal, con el fin de identificar el estado actual de la riqueza, abundancia y estado de conservación de los mismos. Teniendo en cuenta que desde la Alcaldía se van a realizar procesos de reforestación y arborización, la información anteriormente mencionada es pertinente para la adecuada ejecución de estos programas. Finalmente, el resultado de esta propuesta será articulada con el Manual de Silvicultura Municipal de Ciénaga.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Analizar la biodiversidad de árboles urbanos del Municipio de Ciénaga.

### **2.2. Objetivos específicos**

Calcular los índices de biodiversidad a partir del inventario forestal del municipio de Ciénaga.

Identificar el estado de conservación de las principales especies de árboles del municipio.

Identificar especies y estrategias pertinentes para procesos de reforestación.

## **3. JUSTIFICACIÓN**

Aunque los árboles tienen un rol importante para las dinámicas de las ciudades, estos a su vez son afectados por diferentes presiones derivadas del desarrollo urbano: el crecimiento en terrenos hostiles como calles, la presencia de cableado eléctrico, construcciones y zonas densamente pobladas, son unos de los factores principales que disminuye significativamente su crecimiento (Tovar, 2006). Esto implica, que los árboles tengan que soportar rangos adicionales de estrés que son menos propensos en bosques y que pueden causar pérdida de vitalidad e incremento de tasas de mortalidad (Brune, 2016).

Otras limitantes ecológicas y ambientales derivan de procesos como gases emitidos por vehículos, uso de productos químicos para el mantenimiento de vegetación aledaña, uso de los árboles y sus ramas para actividades cotidianas y fragmentación de los espacios verdes (Moreno et al., 2015). Lo anterior, sumado a la tala indiscriminada, mortandad de individuos y mala gestión de los recursos actualmente existentes, genera déficits en la biodiversidad de los árboles.

Teniendo en cuenta el conflicto entre los beneficios que brindan los árboles y los factores de deterioro que los afectan, es necesario implementar planes de manejo adecuados para las condiciones específicas de la ciudad en la que se quieran realizar. Es decir, hay que considerar los aspectos funcionales de los elementos de la estructura urbana, con el fin de seleccionar adecuadamente qué tipo de especies son más pertinentes para el sitio en el que se realizarán procesos de arborización (Reyes y Gutiérrez, 2010). Es por esto, que es importante el diseño de estrategias de conservación de los espacios verdes, donde se tengan conceptos, variables e información que expresen valores reales para el adecuado manejo de los árboles en la ciudad (Reyes y Gutiérrez, 2010).

La elaboración de inventarios forestales y análisis de diversidad son instrumentos que describen la estructura y complejidad del objeto de estudio, mediante fórmulas y valores que permiten entender el funcionamiento y composición de la población o comunidad estudiada (Campo y Duval, 2014). La

conservación de ecosistemas depende de protección de la composición, estructura y funcionamiento de los elementos que componen su biodiversidad (Campo y Duval, 2014). Es por esto, que, a partir de este trabajo, se pretende aportar información sobre el estado de los árboles del área urbana de Ciénaga, para que, al articularse con el plan de silvicultura del municipio, la Alcaldía cuente con las herramientas necesarias para llevar a cabo de manera adecuada procesos mantenimiento de los recursos naturales y reforestación, de ser necesarios.

#### **4. GENERALIDADES DE LA ENTIDAD**

La Alcaldía Municipal de Ciénaga tiene como funciones principales Dirigir la acción administrativa del municipio, asegurar el cumplimiento de las funciones y la prestación de los servicios a su cargo, conservar el orden público en el municipio, de conformidad con la ley, presentar oportunamente al Concejo los proyectos de acuerdo sobre planes y programas de desarrollo económico y social, obras públicas, presentar los proyectos de acuerdo que juzgue convenientes para la buena marcha del municipio, entre otras (cienaga-magdalena.gov.co).

##### **Misión**

*Garantizar la oferta de bienes y servicios públicos y sociales para mejorar las condiciones de vida de los cienagueros prioritariamente en salud, educación, e infraestructural lo que es posible gracias a un servicio institucional eficiente, eficaz, económico y colectivo que promueve la participación ciudadana, la convivencia y la transparencia para el desarrollo económico y social del municipio*

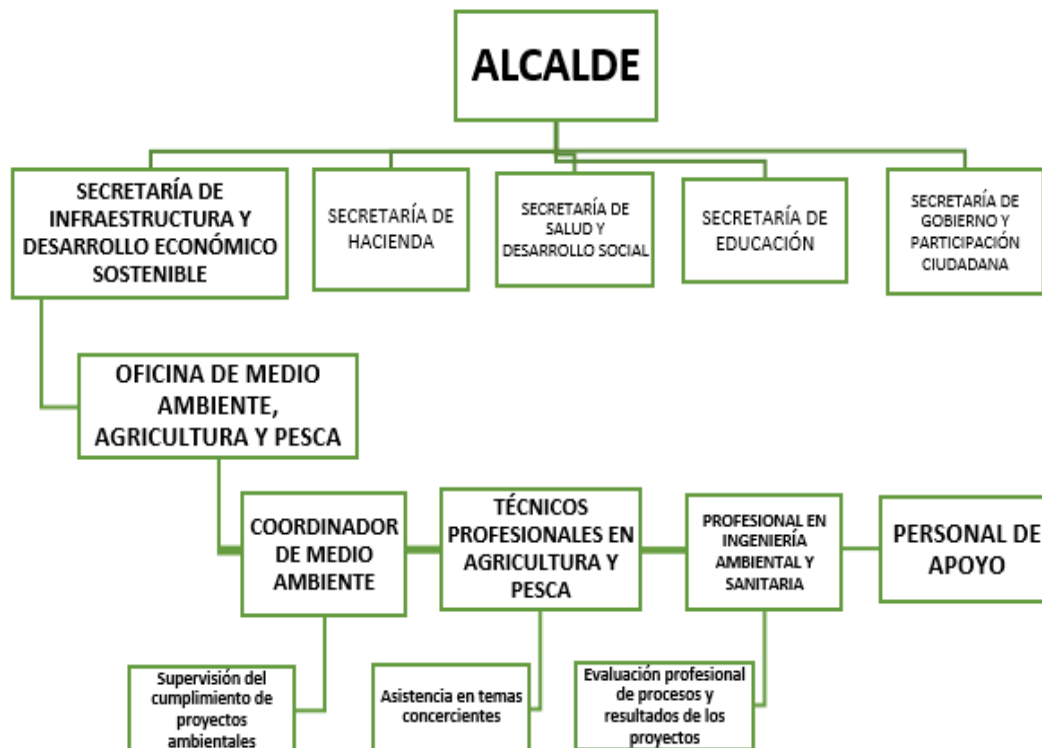
##### **Visión**

*La Alcaldía municipal de Ciénaga - Magdalena se proyecta para el año 2020 como una institución líder en el departamento del Magdalena, gracias a un conjunto de recursos humanos, físicos, tecnológicos y financieros que estará al servicio de los intereses de la comunidad, con el propósito de identificar las necesidades prioritarias y solucionarlas oportunamente, gracias al buen funcionamiento institucional y a la implementación de sistemas de gestión y control que finalmente ofrecen bienestar social, dignidad y seguridad a los cienagueros, buscando siempre una mejor calidad de vida de los ciudadanos, incentivando el aprovechamiento de las oportunidades para desarrollar plenamente el potencial de sus habitantes y de esta manera garantizar a la futuras generaciones una ciudad en donde predomine la solidaridad y la cultura ciudadana.*



## 5. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS Y SUBPROCESOS

La OFICINA DE MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA Y PESCA es una dependencia anexa a la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Económico Sostenible de la Alcaldía Municipal. En esta oficina se atienden problemáticas y solicitudes presentadas por los ciudadanos relacionadas con temas de contaminación, uso de suelo, manejo de cultivos y demás. Está conformada por ingenieros ambientales que coordinan el área de medio ambiente y técnicos profesionales en agricultura y pesca que se encargan de los temas agrícolas y productivos del municipio (Figura 1).



**Figura 1.** Organigrama de la oficina de Medio Ambiente, Agricultura y Pesca

Dentro de las funciones relacionadas con el componente ambiental, se encuentran:

- Promover y ejecutar programas y políticas nacionales, regionales y sectoriales en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables; elaborar los planes programas y proyectos regionales, departamentales y nacionales.
- Dictar, con sujeción a las disposiciones legales reglamentarias superiores, las normas necesarias para el control, la preservación y la defensa del patrimonio ecológico del municipio.
- Adoptar los planes, programas y proyectos de desarrollo ambiental y de los recursos naturales renovables, que hayan sido discutidos y aprobados a nivel regional, conforme a las normas de planificación ambiental de que trata la presente Ley.

- Participar en la elaboración de planes, programas y proyectos de desarrollo ambiental y de los recursos naturales renovables a nivel departamental.
- Colaborar con las Corporaciones Autónomas Regionales, en la elaboración de los planes regionales y en la ejecución de programas, proyectos y tareas necesarios para la conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables.
- Coordinar y dirigir, con la asesoría de las Corporaciones Autónomas Regionales, las actividades de control y vigilancia ambientales que se realicen en el territorio del municipio o distrito con el apoyo de la fuerza pública, en relación con la movilización, procesamiento, uso, aprovechamiento y comercialización de los recursos naturales renovables o con actividades contaminantes y degradantes de las aguas, el aire o el suelo.
- Dictar, dentro de los límites establecidos por la ley, los reglamentos y las disposiciones superiores, las normas de ordenamiento territorial del municipio y las regulaciones sobre usos del suelo.
- Ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por vertimiento del municipio, así como programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos y de control a las emisiones contaminantes del aire.

## **6. DIAGNÓSTICO**

En la oficina de Medio Ambiente de la Alcaldía Municipal de Ciénaga se reciben frecuentemente solicitudes de permiso de tala de árboles, debido a que estos ocasionan daños en la infraestructura de las viviendas, el espacio público y en elementos como el cableado eléctrico. La causa principal de este problema es que la mayoría de los árboles sembrados son especies de rápido crecimiento y de expansión invasiva, que no representan la elección más adecuada. La alcaldía, con el fin de formular un manual de manejo y mantenimiento de los recursos forestales del área urbana, inició el proyecto para la elaboración de este, ya que se está presentando una problemática de tala indiscriminada de árboles en todo el perímetro urbano de Ciénaga. De igual forma, hay un déficit notorio de árboles en este municipio, por lo que también se hace necesario la implementación de un plan de reforestación.

## **7. PROPUESTA**

Este proyecto consiste en calcular y analizar diferentes índices de biodiversidad a partir del inventario forestal donde se registraron los árboles del casco urbano del Municipio de Ciénaga, con el fin de articular esta información al Plan de Silvicultura Municipal. De igual manera, brindar información necesaria y suficiente para el planteamiento de planes de manejo y reforestación del perímetro, en caso de que se ejecuten por parte de la Alcaldía y las entidades competentes.

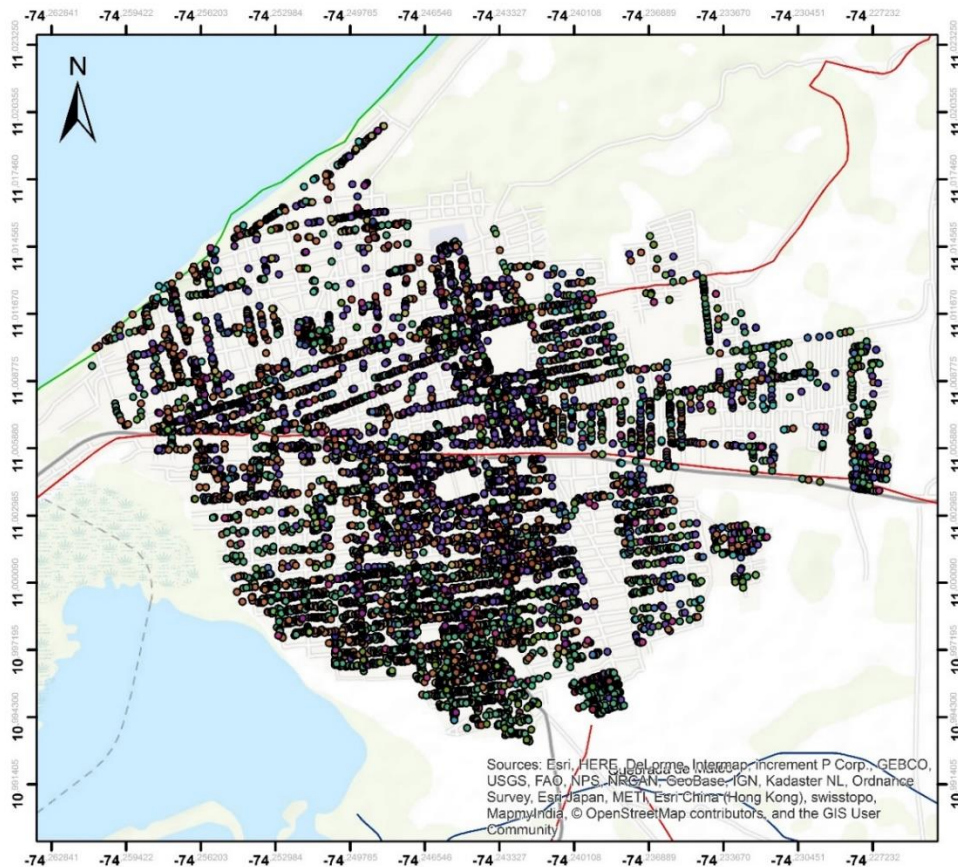
A partir de la asignación del personal encargado de la vigilancia y ejecución del proyecto, el plan de trabajo consistió en las siguientes actividades: Revisión de los objetivos y metodología del proyecto formulado, supervisión durante la elaboración del inventario forestal, revisión de informes mensuales de avance del proyecto, revisión de cumplimiento de objetivos, elaboración de matrices de datos y análisis y descripción de la información obtenida para la formulación de estrategias. (Tabla 1).

## 8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

### 8.1 METODOLOGÍA

#### 8.1.1 Área de estudio

Se realizó un inventario forestal de las especies arbóreas presentes exclusivamente en el área urbana del Municipio de Ciénaga (Figura 2). Sin embargo, se excluyen del área de estudio los antejardines, zonas de propiedades privadas y zonas ubicadas a los márgenes de los ríos y quebradas, que puedan representar zonas de regeneración natural. Es importante resaltar que el municipio de Ciénaga se encuentra localizado en una región influenciada por los vientos Alisios del hemisferio norte, lo cual genera que su clima característico sea seco y muy seco (Vilardy & González, 2011). De igual manera, se caracteriza por presentar una temperatura media anual de 28°C y una precipitación media de 622mm (Climate-data.org)



**Figura 2. Área de estudio. Casco urbano del municipio de Ciénaga.**

Elaborado por: DISTRIBUCIONES Y REPRESENTACIONES SOMER LTDA.

### 8.1.2 Fase de campo:

Una vez realizada la delimitación del área de estudio, se procedió a llevar a cabo el trabajo de campo en el que realizó el inventario de especies de árboles presentes en el casco urbano. Para esto, el equipo requirió de dos meses para registrar las existencias forestales y empleó instrumentos como cinta métrica, GPS, brújula, planilleros, odómetro y pintura para marcar las zonas que ya fueran recorridas.

En esta etapa del proyecto, se elaboraron cuadrantes estratégicos para realizar los recorridos por todos los barrios del municipio. Así mismo, en un formato previamente elaborado (Anexo 1), se consignaron los datos correspondientes a nombre común o científico, altura, diámetro, estado fitosanitario y posición geográfica de los árboles registrados. Es importante resaltar que, se excluyen del proceso los individuos con alturas inferiores a los 1,30 metros de altura e individuos presentes en antejardines o zonas de propiedades privadas.

Para la medición del diámetro, se tomó como referencia el fuste del árbol, que se ubica a 1,3 metros de la superficie del suelo perpendicular al eje del árbol. Adicionalmente, la altura se registró teniendo en cuenta la longitud desde la base del árbol hasta la cúspide de la copa. Finalmente, se georeferenció cada individuo registrado con el fin de elaborar un mapa de investigación geográfica donde se informen las zonas inventariadas e identificadas.

### 8.1.3 Fase de análisis:

A partir de la información obtenida del inventario forestal, se elaboró una matriz de datos en la que se realizó un conteo de los árboles muestreados. Posteriormente, se identificó el número de especies (riqueza) y número de individuos (abundancia) para el área de estudio y para cada familia registrada.

Para los estudios de biodiversidad, se calcularon cuatro índices: Índice de Margalef, Predominio de Simpson, Índice de Shannon-Wiener y el Índice de Pielou.

El índice de Margalef se empleó para calcular la biodiversidad ya que proporciona datos de riqueza de especies y mide el número de especies por número de individuos especificados o la cantidad de especies por área en una muestra mediante la fórmula:  $D = \frac{S-1}{\ln N}$  donde S representa el número de especies y N el número total de individuos (Campo y Duval, 2014).

El índice de Predominio de Simpson se empleó para indicar la relación entre la riqueza y abundancia de individuos por especie mediante la fórmula  $\lambda = \sum Pi^2$  donde Pi es la proporción entre el número de individuos por especie y el número total de individuos (Campo y Duval, 2014).

Así mismo, se calculó el índice de Shannon-Wiener que relaciona el número de especies con la proporción de individuos pertenecientes a cada una de estas y mide la uniformidad de la distribución de los individuos entre las especies mediante la fórmula:  $H' = -\sum pi \times \ln pi$  (Campo y Duval, 2014).

Por último, se calculó el índice de Pielou que expresa el grado de uniformidad en la distribución de los individuos presentes. Se empleó mediante la ecuación  $J' = \frac{H'}{H'_{m\acute{a}x}}$  donde H' es el resultado obtenido del índice de Shannon-Wiener y H' máx. es el logaritmo natural del número de especies presentes (Campo y Duval, 2014).

De igual manera, se identificó el estado de conservación de las especies encontradas empleando los criterios de la **IUCN RED LIST** y la base de datos del **Catálogo Virtual de Flora del Valle de Aburrá**, donde se consigna información al respecto, con el fin de establecer las especies que se encuentran amenazadas y relacionar esta información con su abundancia dentro del área de estudio.

Teniendo en cuenta la información analizada, se plantearon ideas de manejo en los que se señalaron qué especies son las más adecuadas si se quieren llevar a cabo procesos de siembra de árboles en el municipio.

Finalmente, se elaboraron fichas con la descripción de las especies indicadas para la reforestación con el fin de recopilar información sobre sus características, exigencias ecológicas y demás aspectos que faciliten la adecuada ejecución de su siembra, en caso de ser llevada a cabo.

## 8.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

**Tabla 1.** Cronograma de actividades

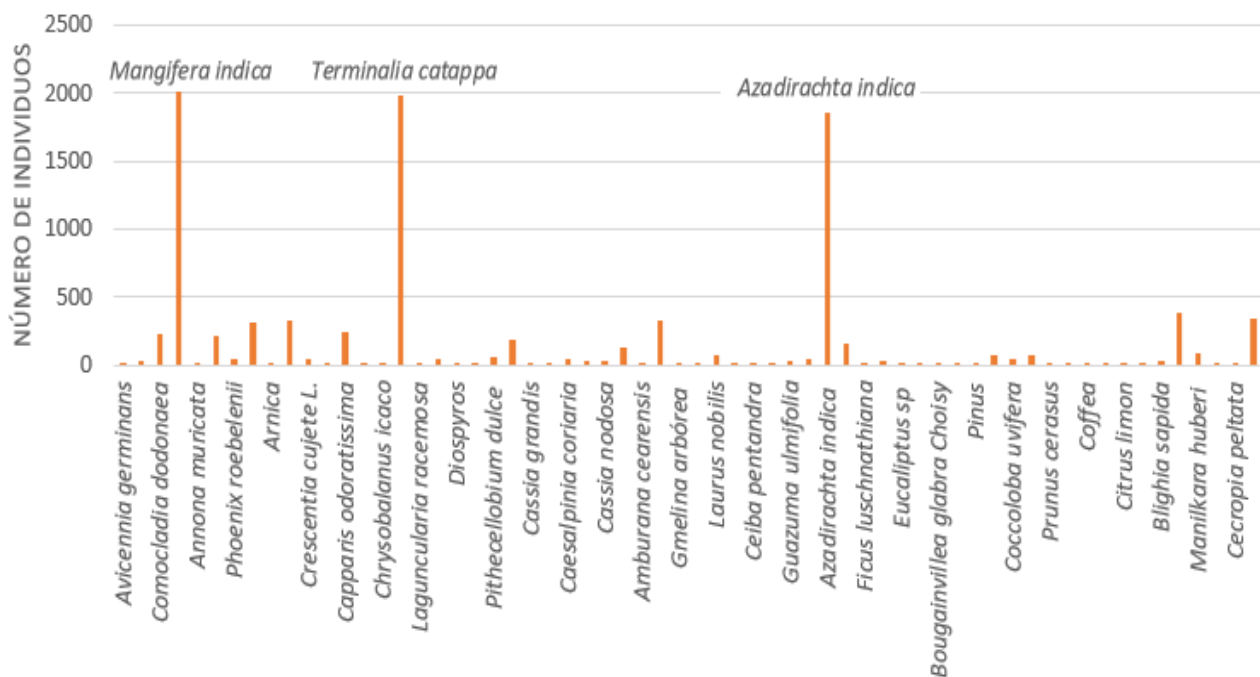
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
<b>Inicio del proyecto</b>							
<b>Revisión y estudio de metodología presentada por los contratistas</b>							
<b>Realización del inventario forestal</b>							
<b>Elaboración del mapa de investigación geográfico</b>							
<b>Entrega de informes y verificación de cumplimiento de objetivos</b>							
<b>Análisis estadísticos de los datos del inventario forestal</b>							
<b>Descripción de los resultados de los estudios de biodiversidad</b>							

## 9. RESULTADOS

Finalizado el análisis del inventario forestal, se registraron **9619 individuos** en el casco urbano de Ciénaga, teniendo en cuenta las excepciones mencionadas en la metodología. De igual forma, se identificaron **62 especies** distribuidas en **32 familias**.

En un plano general, se puede observar que tres especies fueron las más abundantes (Figura 3). En primer lugar, *Mangifera indica* (Mango) con 2009 individuos, equivalente al 20,89%. En segundo lugar, *Terminalia catappa* (Almendro) registró 1986 individuos correspondiente al 20,6% y finalmente *Azadirachta indica* (Nim) registró 1862 individuos, equivalente al 19,36% del total de árboles inventariados. También puede observarse que la densidad de las especies se presenta de manera relativamente uniforme, donde el número de individuos oscila entre los mismos valores, con algunas excepciones. De igual forma, muchas especies registraron un solo individuo dentro de todo el muestreo y al tratarse de árboles que no son nativos de la región, podría suponerse que fueron sembrados de manera aleatoria en la zona.

La arborización en el espacio público suele estar determinada por aspectos paisajísticos y económicos, en los que especies como *Mangifera indica*, *Terminalia catappa*, *Azadirachta indica* y *Olivo capparis* demuestran una mayor representación en términos de abundancia (Pacheco, 2016). No obstante, especies menos representadas como *Tabebuia roseae*, *Rizhophora mangle* y *Coccoloba uvifera* son especies que ofrecen beneficios al municipio tales como conservación del suelo, control de erosión, barreras contra el viento y proporcionan alimento para las aves con sus frutos (Pacheco, 2016).

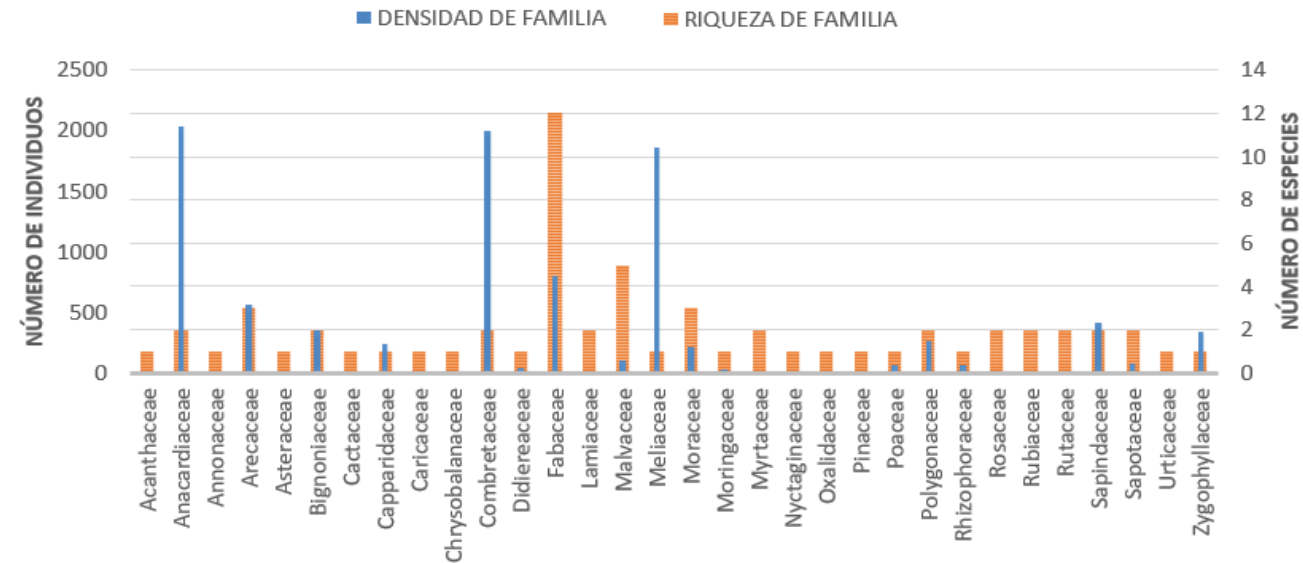


**Figura 3.** Abundancia de las especies muestreadas.

Con respecto a la diversidad de las familias, se puede observar un comportamiento similar al de las especies. En general, las familias presentaron valores de riqueza y densidad similares, con algunas excepciones (Figura 4). Las familias más abundantes fueron Anacardiaceae, Combretaceae y Meliaceae con 2031, 1992 y 1862 individuos respectivamente. Por otra parte, las familias con más especies registradas fueron Fabaceae, Malvaceae y Aracaceae con 12, 5 y 3 especies respectivamente. En la tabla 2 se enlistan los valores de biodiversidad de las principales familias registradas.

**Tabla 2.** Abundancia y riqueza de las principales familias.

FAMILIA	ABUNDANCIA (No. de individuos)	RIQUEZA (Número de especies)
Fabaceae	802	12
Malvaceae	98	5
Arecaceae	570	3
Moraceae	219	3
Anacardiaceae	2031	2
Bignoniaceae	357	2
Combretaceae	1992	2
Myrtaceae	14	2
Polygonaceae	271	2
Rutaceae	18	2
Sapindaceae	415	2
Sapotaceae	85	2
Acanthaceae	20	1
Cactaceae	20	1
Capparidaceae	237	1
Meliaceae	1862	1



**Figura 4.** Riqueza y abundancia de las familias encontradas.



## 9.1. INDICES DE BIODIVERSIDAD

**Tabla 3.** Resultados de Índices de Biodiversidad

ÍNDICE	RESULTADO
ÍNDICE DE MARGALEF	6,6510
PREDOMINIO DE SIMPSON	0,1327
SHANNON-WIENER	2,5696
ÍNDICE DE PIELOU	0,6221

### 9.1.1 Índice de Margalef

Al realizar los cálculos del índice de Margalef, el resultado obtenido para los individuos muestreados fue **6.6510** (Tabla 3). Este índice se emplea para medir la biodiversidad teniendo en cuenta el número de individuos de las especies presentes y el número total de individuos en la muestra, en el que los valores menores a **2** indican baja diversidad y valores por encima de **5** indican una comunidad con alta diversidad (Como se cita en Campo y Duval (2014) y Orellana, (2009). Por tanto, se puede afirmar que, en términos de riqueza, con las 69 especies de árboles registradas en el casco urbano, el Municipio de Ciénaga es una zona considerablemente diversa.

### 9.1.2 Predominio de Simpson

Este índice arrojó como resultado **0,1327** (Tabla 3). Este se interpreta como la probabilidad de que, al tomar dos individuos al azar en la muestra, estos sean de la misma especie (Moreno, 2011). Los resultados oscilan entre 0 a 1, donde los valores cercanos a 1 indican dominancia de una especie sobre las demás (Campo y Duval, 2014). Es decir, entre más alto es el valor de este índice, la diversidad será menor (como se cita en Orellana, 2009).

Debido a que el resultado fue **0,1327**, se puede afirmar que hay una baja dominancia de especies en el casco urbano de Ciénaga. Si bien se presentaron tres especies con una elevada densidad (*Mangifera indica* con 2009 individuos, *Terminalia catappa* con 1986 individuos y *Azadirachta indica* con 1862 individuos), las 66 especies restantes presentaron valores de abundancia relativamente similares entre ellas (Figura 3). Teniendo en cuenta el resultado obtenido de este índice y el de Margalef, se reafirma la diversidad del área de estudio.

### 9.1.3 Índice de Shannon-Wiener

Este índice contempla la cantidad y abundancia de especies que hay en la zona de estudio y se expresa con valores positivos que varían entre 1 para alta diversidad y 5 para baja diversidad. (Orellana, 2009). En este caso, el valor de Shannon-Wiener fue de **2,5696** lo que indica que es una comunidad equitativa y diversa.



#### 9.1.4 Índice de Pielou

El resultado obtenido al calcular Pielou fue 0,6221. Sus valores que pueden varían entre 0 y 1, donde 1 representa escenarios donde todas las especies son igualmente abundantes (Moreno, 2011). Es decir, entre mayor sea el valor, más equitativa y homogénea es la abundancia de las especies muestreadas. Este resultado se debe a que si bien la abundancia de las especies no fue del todo equitativa pues se presentaron algunas mucho más dominantes, el resto de los individuos se distribuyó de manera similar entre las especies restantes.

Este conjunto de resultados para los índices empleados es característico para áreas de estudio considerablemente diversas. Al obtener altos valores de equidad de Pielou y bajos valores de predominio de Simpson, se afirma la veracidad de los datos. Otros estudios, como el realizado por Campo y Duval (2014) muestran rangos o comportamientos en los valores obtenidos de los índices similares a los de este trabajo y sus conclusiones apuntan a que el área estudiada era, en efecto, fundamentalmente diversa, con valores de predominio de Simpson bajos y distribución equitativa de la comunidad estudiada. Esta información permite percibir el valor de biodiversidad presente en el Municipio de Ciénaga, entendiendo la composición y estructura de las especies arbóreas con las que se cuenta.

### 9.2. ESTADO DE CONSERVACIÓN

Al revisar el estado de conservación de las especies en las bases de datos mencionadas en la metodología, se encontró que la gran mayoría se encuentran en la categoría **NE** (no evaluada). De igual forma, otras se encuentran en estado **DD** (deficiencia de datos) o desactualizadas.

Sin embargo, especies como *Tabebuia rosea*, *Erythrina fusca*, *Ceiba pentandra* y *Pithecellobium dulce* se encuentran en la categoría **LC** (Preocupación menor). Por otra parte, *Caesalpinia ebano* y *Guaiacum officilane* fueron las especies establecidas como **EN** (en peligro). Dentro del muestreo realizado, *C. ebano* registró un solo individuo, por tanto, en este caso no sería necesario tomar medidas o generar planes para su conservación dentro del municipio.

A pesar de la importancia de conocer el estado de conservación de los árboles para tomar medidas y llevar a cabo planes de reforestación, en este caso las especies más abundantes y representativas del área de estudio se clasifican como **NE** o **DD**. Por lo tanto, en este caso el estado de amenaza de las especies no sería un criterio significativo para la administración y mantenimiento de los recursos forestales en el Municipio de Ciénaga.

**Tabla 4.** Estado de conservación de las especies registradas.

ESPECIE	ESTADO
<i>Mangifera indica</i>	<b>DD</b>
<i>Cocos nucifera</i>	<b>NE</b>
<i>Roystonea regia</i>	<b>NE</b>
<i>Tabebuia rosea</i>	<b>LC</b>
<i>Capparis odoratissima</i>	<b>NE</b>
<i>Terminalia catappa</i>	<b>NE</b>
<i>Erythrina fusca</i>	<b>LC</b>
<i>Ceiba pentandra</i>	<b>LC</b>
<i>Tamarindus indica</i>	<b>NE</b>
<i>Ficus elastica</i>	<b>NE</b>
<i>Guaiaacum officilane</i>	<b>EN</b>
<i>Caesalpinia ebano</i>	<b>EN</b>
<i>Azadirachta indica</i>	<b>NE</b>
<i>Pithecellobium dulce</i>	<b>LC</b>

### 9.3 ESTRATEGIAS DE MANEJO

A la hora de ejecutar actividades de plantación, en el marco de planes de manejo para la administración y renovación de los recursos forestales de una ciudad, es necesario tener en cuenta aspectos como las características de la especie, el objetivo de la plantación de dicha especie y las condiciones del sitio donde se realizará la siembra de los árboles (Alvarado et al., 2014). En el caso del área urbana de Ciénaga, y considerando su arquitectura característica, se hace pertinente la siembra de especies de mediana altura, aproximadamente entre 3 y 10 metros. De igual forma, es fundamental tener en cuenta aspectos como disponibilidad de agua, el clima o época del año, presencia de objetos como cables y vallas, que puedan afectar el crecimiento el árbol (Alvarado et al., 2014).

Adicionalmente, la FAO (2016) recomienda unas estrategias para la prevención de la degradación de la tierra y erosión del suelo:

- Mantener la cubierta vegetal natural para limitar daños ambientales y la degradación del suelo en la construcción y en las intervenciones de desarrollo urbano.
- Evaluar y monitorear la magnitud y gravedad de los procesos de degradación de la tierra y del suelo, tales como desertificación, salinización, compactación, contaminación y erosión, en los entornos urbanos y periurbanos.

Realizando una revisión bibliográfica sobre la descripción, características y beneficios de los árboles registrados en el área de estudio, se presentan a continuación las especies que se deberían tener en cuenta al momento de realizar procesos de siembra en el casco urbano del Municipio de Ciénaga.

*Coccoloba uvifera*



**Figura 5.** *Coccoloba uvifera* (Uva de playa)

Tomado de: <http://plantwerkz.blogspot.com.co/2014/04/sea-grape-coccoloba-uvifera.html>

Árbol o arbusto perennifolio que puede medir entre 9 a 15 m de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1 m. Esta especie se encuentra asociada a las playas arenosas y rocosas. Requiere de un clima tropical o subtropical. Es una especie que requiere poca irrigación y responde muy bien a las podas. Es resistente a los efectos del salitre y suelos arenosos. Su madera es fuerte y de buena calidad, sus frutos maduros son comestibles y en algunos casos es usada por sus propiedades medicinales. Son importantes en el control de erosión costera (Devia et al., 2014 y CONABIO)



***Rhizophora mangle***



**Figura 6.** *Rhizophora mangle*

Tomado de: <https://www.azgardens.com/product/red-mangrove-rhizophora-mangle/>

Árbol o arbusto perennifolio que puede medir entre 1.5 y 15 metros de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 50 cm. Crece en ambientes de continuo movimiento de agua y salinidad variable. Su desarrollo se da más eficazmente en litorales someros, con poca pendiente donde haya acceso a la marea. Es resistente ante plagas y enfermedades y puede crecer en suelos pobremente ventilados. Se usa por su madera y tiene un alto potencial en procesos de reforestación y restauración. (Devia et al., 2014 y CONABIO)



*Spondias purpurea*



**Figura 7.** *Spondias purpurea*

Tomado de: <http://www.photomazza.com/Spondias-purpurea?lang=en>

Árbol o arbusto caducifolio que puede medir entre 3 y 8 metros de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 80 cm. Suele encontrarse en potreros o pastizales y en suelos pedregosos, aluviales y de roca. Es resistente a inundaciones temporales, a constante exposición al viento, a sequías y a suelos compactados. Es ideal para sembrarse en parques. Su fruta es comestible y sus hojas y brotes se utilizan para alimentar ganado. En algunos países aprovechan sus hojas y corteza para fines medicinales (CONABIO).



*Manilkara zapota*



**Figura 8.** *Manilkara zapota* (níspero)

Tomado de: <http://www.natureloveyou.sg/Manilkara%20zapota/Main.html>

Árbol perennifolio de gran porte que puede llegar a medir entre 25 y 30 metros de altura. Puede crecer en suelos escarpados, planos o ligeramente inclinados de naturaleza calcárea, potreros o planicies inundadas, suelos de origen calizo, arenosos y poco profundos. Es ideal para sembrar en zonas verdes o parques. Es muy resistente a vientos fuertes, suelos ácidos, inundaciones temporales y sequías. Su fruto es comestible, se considera una planta forrajera y su madera es usada con fines comerciales (CONABIO).

***Prosopis juliflora***



**Figura 9.** *Prosopis juliflora*

Tomado de: <http://beto-trupillo.blogspot.com.co/2012/02/el-trupillo.html>

Árbol o arbusto espinoso que puede medir entre 2 y 12 metros de altura. En condiciones favorables de suelo y humedad, tienen hábito arbóreo mientras que, en condiciones de aridez extrema, tiene hábito arbustivo. Se desarrolla en zonas de precipitación muy escasa, temperatura alta, humedad atmosférica escasa e insolación intensa. Puede crecer en suelos muy pobres como dunas secas y guijosas. Soporta fuertes vientos, altas temperaturas, fuego, sequías y daño por termitas. Su madera es conocida por su excelente calidad y su flor es utilizada en apicultura (CONABIO).



*Mangifera indica*



**Figura 10.** *Mangifera indica*

Tomado de: [https://www.gardensonline.com.au/GardenShed/PlantFinder/Show\\_1813.aspx](https://www.gardensonline.com.au/GardenShed/PlantFinder/Show_1813.aspx)

Árbol que puede medir entre 12 y 25 metros de altura, caracterizado por tener una copa densa. Su principal importancia radica en el fruto, ya que este es de tipo comercial. Su madera es poco resistente a la humedad. No requiere de riego y es resistente a incendios y épocas de sequía. Aunque su uso principal es por su fruto, su madera también es aprovechable (CONABIO).



*Psidium guajava*



**Figura 11.** *Psidium guajava*

Tomado de: <http://www.plantsrescue.com/psidium-guajava/>

Árbol o arbusto de porte bajo – medio, que puede medir entre 3 y 10 metros de altura. Es común encontrarlo cerca de casas. Puede encontrarse en lugares con climas cálidos y secos, y puede tolerar hasta 45°C. Es resistente a fuego, sequías, exposición constante contra el viento, suelos pobres y de baja fertilidad e inundaciones temporales. Es conocido principalmente por su fruto (Guayaba) aunque sus hojas pueden ser utilizadas como insecticidas y su flor, corteza, fruto y raíz pueden ser usados con fines medicinales. Requiere control, pues pueden considerarse plagas (CONABIO).

## 10. AGRADECIMIENTOS

A todo el equipo de Medio Ambiente de la Oficina de Infraestructura. A las ingenieras Andrea Acuña y Luisa Salamanca por su apoyo, su asesoría y por compartir sus conocimientos durante este período.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Alanís, G. (2005). El arbolado urbano en el área metropolitana de Monterrey. *Ciencia UANL*, 20-21.
- Alcaldía de Ciénaga. (9 de abril de 2018). Obtenido de <http://www.cienaga-magdalena.gov.co/Paginas/default.aspx>
- Alvarado, A., Guajardo, F., & Devia, S. (2014). Manual de plantación de árboles en áreas urbanas. Santiago de Chile: Maval.
- Brune, M. (2016). Urban trees under climate change. Potential impacts of dry spells and heat waves in three German regions in the 2050s. Report 24. Climate Service Center Germany, Hamburg.
- Campo, A., & Duval, V. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía*, 25-42.
- Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá. (01 de mayo de 2018). Obtenido de <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/>
- Climate Data Org. (30 de abril de 2018). Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/31072/>
- CONABIO. (1 de mayo de 2018). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Obtenido de <https://www.gob.mx/conabio>
- Devia, C., Moncaleano, A., & Niño, L. (2014). Flora del bosque seco de los Archipiélagos Islas del Rosario y San Bernardo. Cartagena: Incoder - Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- FAO. (2016). Directrices para la silvicultura urbana y periurbana. Estudio FAO: Montes N° 178, Roma, FAO.
- González, C. (2002). (10 de abril de 2018) Beneficios del Arbolado Urbano. Obtenido de: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/24578/1/Beneficios%20del%20arbolado%20urbano.pdf>
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T Manuales y Tesis SEA. 84 p.
- Moreno, F., & Hoyos, C. (2015). Guía para el manejo del arbolado urbano en el Valle de Aburrá. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Orellana, U. (2009). Determinación de índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo de Valle de Sacta. Trabajo presentado para la obtención del título de técnico superior forestal. Escuela de Ciencias Forestales. Bolivia.
- Pacheco, Y. (2016). Caracterización de especies arbóreas en los barrios aledaños a la Quebrada El Copey y su impacto socio – ambiental en el municipio de El Copey – Cesar. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero agroforestal. Universidad
- Reyes, I., & Gutiérrez, J. (2010). Los servicios ambientales de la arborización urbana: retos y aportes para la sustentabilidad de la ciudad de Toluca. *Quivera*, 96-102.

Tovar, G. (2006). Manejo del arbolado urbano en Bogotá. *Revista Colombia Forestal*, 187-205.

Tyrväinen, L., Pauliet, S., & Seeland, K. (2005). Benefits and uses of urban forest and trees. En *Urban forest and trees: A reference book*. 81-114.

UICN. (2 de mayo de 2018). Red List of Threatened Species. Obtenido de <http://www.iucnredlist.org>

Vilardy, S. y González, J.A. (2011) *Repensando la Ciénaga: Nuevas miradas y estrategias para la sostenibilidad en la Ciénaga Grande de Santa Marta*. Universidad del Magdalena y Universidad Autónoma de Madrid. Santa Marta, Colombia, 228p.

12. ANEXOS

ANEXO 1: Formato empleado para el inventario forestal.

No.			Altura total	Diámetro	Geoposición		Dirección	Observación
	Nombre Común	Nombre científico	Metros	Altura del pecho	Latitud	Longitud		
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

ANEXO 2: Equipo de trabajo en el registro de especies forestales



### ANEXO 3: Base de datos del inventario forestal

No.	NOMBRE COMUN	ALTURA (m)	DAP (cm)	LONGITUD	LATITUD
1	ROBLE	7	24	-74,25055556	11,00361111
2	ROBLE	5	29,5	-74,25055556	11,00380556
3	COCO	10	38,1	-74,25055556	11,00388889
4	ALMENDRO	7	38	-74,25055556	11,00397222
5	TAMARINDO	4,5	15	-74,25063889	11,00391667
6	MAMON	3,5	15	-74,25063889	11,00394444
7	ALMENDRO	7	34	-74,25063889	11,004
8	MANGO	4	51	-74,25063889	11,00397222
9	PALMA REAL	4	16	-74,25058333	11,00397222
10	CANTA GALLO	2	4	-74,25038889	11,00397222
11	CAUCHO	2	2	-74,25038889	11,00391667
12	CAUCHO	1,8	3	-74,25055556	11,00391667
13	MAMON	6	25	-74,2505	11,00402778
14	MAMON	5	5	-74,25052778	11,00405556
15	MAMON	5	15	-74,25052778	11,00405556
16	TRUPILLO	3	34	-74,25052778	11,00405556
17	ALMENDRO	2,8	7	-74,2505	11,00361111
18	TRUPILLO	3	29	-74,25055556	11,00416667
19	MANGO	4	25	-74,2505	11,00430556
20	ALMENDRO	5	32	-74,25055556	11,00416667
21	ALMENDRO	5	33	-74,25072222	11,00430556
22	ALMENDRO	6	41	-74,25072222	11,00427778
23	ALMENDRO	5	43	-74,25116667	11,00425
24	ALMENDRO	5	39	-74,25116667	11,00425
25	ALMENDRO	5	45	-74,25133333	11,00425
26	MANGLEBOBO	3	9	-74,25141667	11,00422222
27	NISPERO	2,5	6	-74,25152778	11,00402778
9593	TAMARINDO	3,6	34,8	-74,23325278	11,00772222
9594	MAMON	2,6	46,2	-74,23330556	11,00780556
9595	MANGO	1,7	24,2	-74,23330833	11,00788333
9596	MANGO	2,6	34,1	-74,23332222	11,00817778
9597	MANGO	2,5	30,1	-74,23326944	11,00840556
9598	NIM	3,4	39,1	-74,233525	11,00821389
9599	ALMENDRO	4,2	42,3	-74,23378056	11,00840833
9600	MAMON	3,7	48,6	-74,23422222	11,00775556
9601	TRUPILLO	5,9	22,4	-74,23415	11,00749444
9602	ALMENDRO	5	20,8	-74,23464444	11,00759722
9603	MANGO	6,3	35	-74,23468889	11,00773056
9604	ALMENDRO	2,9	22,9	-74,234675	11,00808333
9605	NIM	1,8	27,1	-74,23466389	11,008275
9606	TAMARINDO	4,1	19	-74,23506111	11,00755556
9607	ALMENDRO	2,6	46,6	-74,23508056	11,0078
9608	TRUPILLO	3,1	24,3	-74,23510278	11,00809722
9609	TRUPILLO	4,6	20,5	-74,22995278	11,00945
9610	PALMA REAL	4,3	28,3	-74,2298	11,00911944
9611	TAMARINDO	2,3	33,9	-74,22923333	11,00852222
9612	CAUCHO	4,9	38,6	-74,22959722	11,00869444
9613	COCO	4,5	22,1	-74,22992222	11,00893056
9614	PALMA REAL	3,7	34,7	-74,22884167	11,00911389
9615	CANTA GALLO	3,3	28,8	-74,22995278	11,00914444
9616	NIM	5,1	11,8	-74,23108333	11,00981667
9617	PALMA REAL	4,8	10,6	-74,23019444	11,00914444
9618	MANGO	6,4	32,1	-74,2303	11,00831389
9619	CAUCHO	4,5	47,3	-74,23080278	11,00806944